

Ⅲ - A297 島尻泥岩における地下連続壁の溝壁安定性に関する研究（その1）

- 島尻泥岩の吸水特性と強度特性 -

竹中技術研究所 正会員 下河内隆文*
 沖縄県土木建築部 上運天先朝**
 琉球大学農学部 正会員 新城 俊也***
 竹中土木・丸元建設共同企業体 岩田 充弘****, 森田 英仁****

1. はじめに：現在沖縄県では、島尻泥岩を基礎岩盤とする重力式ダムの金城ダムを施工中である。ダム基礎となる地下連続壁掘削時の溝壁安定性に関する検討のため、地下連続壁近傍4箇所ボーリングにより採取した試料を用いて吸水試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験を実施し、吸水特性、強度特性を調べた。

2. 物理的性質：4箇所のうち3箇所のボーリング試料に対し、比重試験、粒度試験、液性限界試験、塑性限界試験を実施した。表-1に土粒子密度、液性限界、塑性限界、塑性指数の結果を示すが、これらの結果及び粒度分布は一致しており、泥岩を構成する土粒子自体の物理的性質はボーリング箇所によらず均質なものと考えられる。

表-1 物理的性質

土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	液性限界 w _l (%)	塑性限界 w _p (%)	塑性指数 I _p (%)
2.779	66.6	24.9	41.7
2.774	64.9	23.8	41.1
2.780	65.1	23.7	41.4

3. 吸水試験及び一軸圧縮試験：自然含水比状態の供試体を異なった条件で水浸させ、含水量の変化と、一軸圧縮強度を調べた。供試体寸法は、 $\phi=45$ mm, $h=100$ mmであり、表-2に示す6ケースの水浸条件で試験を行い、各ケース供試体の本数は5本である。30供試体の自然含水比（w_n）は、平均値25.6%、最大値27.0%、最小値23.6%であり、乾燥密度（ ρ_d ）は、平均値1.586g/cm³、最大値1.658g/cm³、最小値1.516g/cm³であり、上述した土粒子自体の物理的性質に比べ、物理量にばらつきが見られる。

表-2 吸水試験

ケース	水浸条件
1	非水浸
2	清水 3日
3	清水 7日
4	清水 14日
5	安定液（Ⅰ）7日
6	安定液（Ⅱ）7日
安定液（Ⅰ）：比重1.04	
安定液（Ⅱ）：比重1.07	

（1）吸水試験結果：各供試体には、肉眼による観察ではクラックは認められず、水浸による崩壊もなかった。吸水量としては、水浸後の含水比（w_f）と自然含水比（w_n）の差（含水比増分 $\Delta w = w_f - w_n$ ）を指標とする。

含水比増分と自然含水比の関係を図-1に示す。水浸した全ての試料で、含水比増分は0以上であり、吸水現象を示している。最大含水比増分は清水14日水浸のケースで2.3%であり、最小含水比増分は清水3日水浸のケースで0.3%である。今回の水浸条件の範囲においては、水浸前の含水比に対する吸水量に上限があり、含水比が大きいほど吸水量の上限は小さい傾向にある。含水比増分と水浸液の種類の水浸時間が等しい（7日間）ケースについて図-2に示す。図中上下の横線は、それぞれ最大・最小値を示し、白抜き丸は平均値を示す。安定液（Ⅰ）のケースではばらつきが大きい、水浸液の比重が大きいほど含水比増分は、小さくなっている。

（2）一軸圧縮強度：非水浸および7日水浸供試体の一軸圧縮強度を図-3に示す。水浸試料の強度は、非水浸試料に比べて低下するが、水浸液の比重が高いほど強度は大きい。一軸圧縮強度と含水比（水浸試料は水浸後の含水比、非水浸試料は自然含水比）の関係を図-4に示す。新城は、非水浸泥岩と58～72日間水浸した泥岩の一軸圧縮試験結果より、含水比～一軸圧縮強度関係は非水浸と水浸で異なり、これは水浸供試体が吸水により供試体内部に構造上の乱れを生じるためとしている¹⁾。今回の試験結果は、非水浸と水浸供試体に有意な差は認められず、水浸条件に関わりなく含水比が高いほど一軸圧縮強度は小さくなっている。

（キーワード）泥岩、吸水特性、強度

*〒270-13 千葉県印西市大塚1-5-1 TEL. 0476-47-1700 FAX. 0476-47-3070
 **〒900 沖縄県那覇市旭町1 TEL. 098-869-8291 FAX. 098-869-8618
 ***〒903-01 沖縄県中頭郡西原町字千原1 TEL. 098-895-2221 FAX. 098-895-2864
 ****〒903 沖縄県那覇市首里金城町4-52 TEL. 098-885-8310 FAX. 098-886-6276

これは、14日程度の水浸では供試体内部に及ぶ構造上の乱れが小さいことを示していると考えられる。しかし、強度のばらつきが大きく、例えば含水比27%近傍で $q_u=6\sim10.5\text{kgf/cm}^2$ の幅を持つ。これは、潜在クラック等の構造的不均質性を示すものと考えられる。

4. 三軸圧縮試験：三軸圧縮試験は、①圧密非排水三軸試験(CU)、②圧密排水三軸試験(CDひずみ制御)、③圧密排水試験(CD応力制御)を実施した。①圧密非排水三軸試験は、5レベルの圧密応力(1, 2, 3, 4, 5kgf/cm^2)、ひずみ速度 $0.02\%/min$ 、バックプレッシャー 1kgf/cm^2 で行った。②圧密排水三軸試験(ひずみ制御)は、①と同じ5レベルの圧密応力、ひずみ速度 $0.005\%/min$ 、バックプレッシャー 1kgf/cm^2 で行った。③圧密排水試験(応力制御)は、圧密応力を $0.5\sim5\text{kgf/cm}^2$ の間で 0.5kgf/cm^2 間隔10レベルとし、各側圧に対し20min間隔で軸応力を $\Delta\sigma=1\text{kgf/cm}^2$ ずつ段階的に载荷し、バックプレッシャーは 0.5kgf/cm^2 作用させた。なお、B値はほぼ1であり、飽和状態の試験である。

①、②、③全ての破壊時有効応力を図-5に示す。試験方法による強度への影響は見られず、全データを線形回帰すると、 $c'=0$ 、 $\phi'=49^\circ$ となり、摩擦角が大きく、拘束効果が大きい結果となる。同図には、島尻泥岩に対する未風化試料から繰り返し試料までの既往のせん断強度試験結果²⁾を併せて示している。試料採取場所等の条件が異なっているが、今回の試験結果は未風化試料強度線と風化試料強度線の範囲に概ね入っている。破壊時平均有効応力($(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$)が小さい領域では風化試料に対応し、破壊時平均有効応力が大きい領域では未風化試料に対応している。今回の試験に用いた試料では、クラック等は観察されていないが、拘束圧の小さい領域では、潜在クラック等が弱面を形成し易く、強度が低いことが考えられる。

5. まとめ：自然含水比状態の島尻泥岩試料を用いた水浸試験の結果、安定液中においても吸水現象を示すが、比重が大きいほど吸水量は小さく、安定液の比重を大きくすることにより、含水比増加による強度低下を抑える効果がある。三軸圧縮試験データから得られた強度定数は、 $c'=0$ 、 $\phi'=49^\circ$ である。乾燥密度、一軸圧縮強度のばらつきは、潜在クラック等の不均質性を示唆しており、低拘束圧下の強度への影響が大きいことが予測される。

[参考文献]

- 1) 新城俊也：土質材料としての泥質堆積岩の力学特性に関する研究，pp22～23，昭和55年4月
- 2) Shinjo, T. and Ito, H.: Slope excavation, In Recent Advances in Soft Rock Research, Rpt. of ISSMFE Tech. Comm. on Soft Rocks and Indurated Soils, pp31～43, 1989

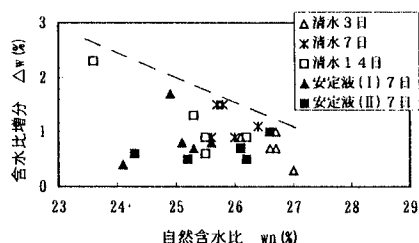


図-1 含水比増分量と自然含水比

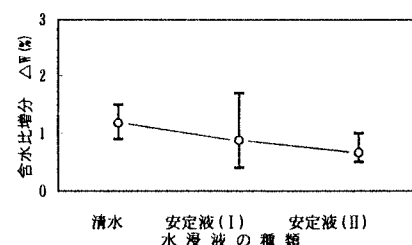


図-2 含水比増分量と水浸液の種類

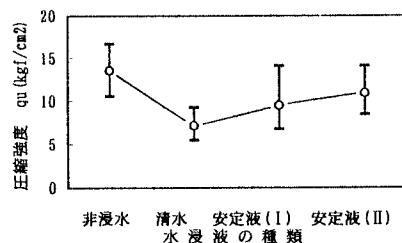


図-3 一軸圧縮強度と水浸液の種類

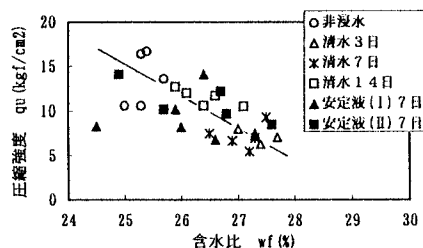


図-4 一軸圧縮強度と含水比

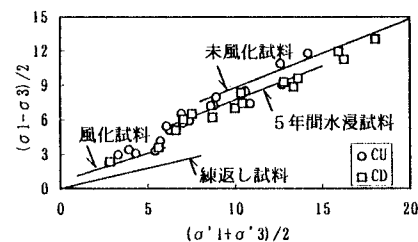


図-5 破壊時応力(文献2)引用)